

4^{ta} semana – 29 de enero 2014

Productos de aerosoles (partículas) de la NASA

NASA ARSET- AQ Cursillo en línea
Primavera 2014

ARSET - AQ

Applied Remote SEnsing Training – Air Quality

(“Capacitación de percepción remota aplicada – calidad del aire” en inglés)

Un proyecto de Ciencias Aplicadas de la NASA



Resumen

- Percepción remota de aerosoles - definiciones
- Percepción remota de aerosoles a nivel del suelo – AERONET
- Los productos satelitales de aerosoles de la NASA.
- Los productos de percepción remota de aerosoles de la NASA como substitutos del PM2.5



Espesor óptico de aerosoles

- AOD - Aerosol **Optical** Depth
- AOT - Aerosol **Optical** Thickness

Espesor/Grosor óptico de aerosoles en inglés

Estas **mediciones ópticas** de la extinción de luz se usan para representar las cantidades de aerosoles en toda la columna de la atmósfera.

Espesor óptico de aerosoles vs. PM 2.5

El espesor óptico de aerosoles (AOD o AOT por sus siglas en inglés) representa la carga total de aerosoles en la columna de la atmósfera

PM2.5 es una medida de la masa de partículas de cierta gama de tamaños cerca de la superficie

Espesor óptico de aerosoles moderado ~ 0.40
Cerca de la montaña Abu, India



Foto cortesía de Brent Holben

Espesor óptico de aerosoles pesado
Bajo la capa límite del planeta



Foto cortesía de Brent Holben

Visibilidad y PM_{2.5}



Fotos tomadas desde el mismo lugar a la misma hora del día en dos días diferentes

Espesor óptico de aerosoles*

El espesor óptico de aerosoles es una cantidad sin unidad

Unos valores de ejemplo:

- 0.02 - áreas aisladas muy limpias
- 0.2 - área urbana bastante limpia
- 0.4 - área urbana algo contaminada
- 0.6 - área bastante contaminada
- 1.5 - evento de quema biomasa alta o de polvo

Concentración equivalente
de masa de PM_{2.5}– suponiendo
60 $\mu\text{gm}^{-3}/\tau$

~ 1 μgm^{-3}

~ 12 μgm^{-3}

~ 24 μgm^{-3}

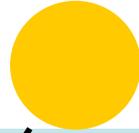
~ 36 μgm^{-3}

~ 90 μgm^{-3}

*AOD por sus siglas en inglés

Espesor óptico

Sol



Atmósfera

I_0



I

Superficie



El espesor óptico expresa la cantidad de luz removida de un rayo de luz por medio de **difusión** o **absorción** durante su trayecto a través de un **medio**.

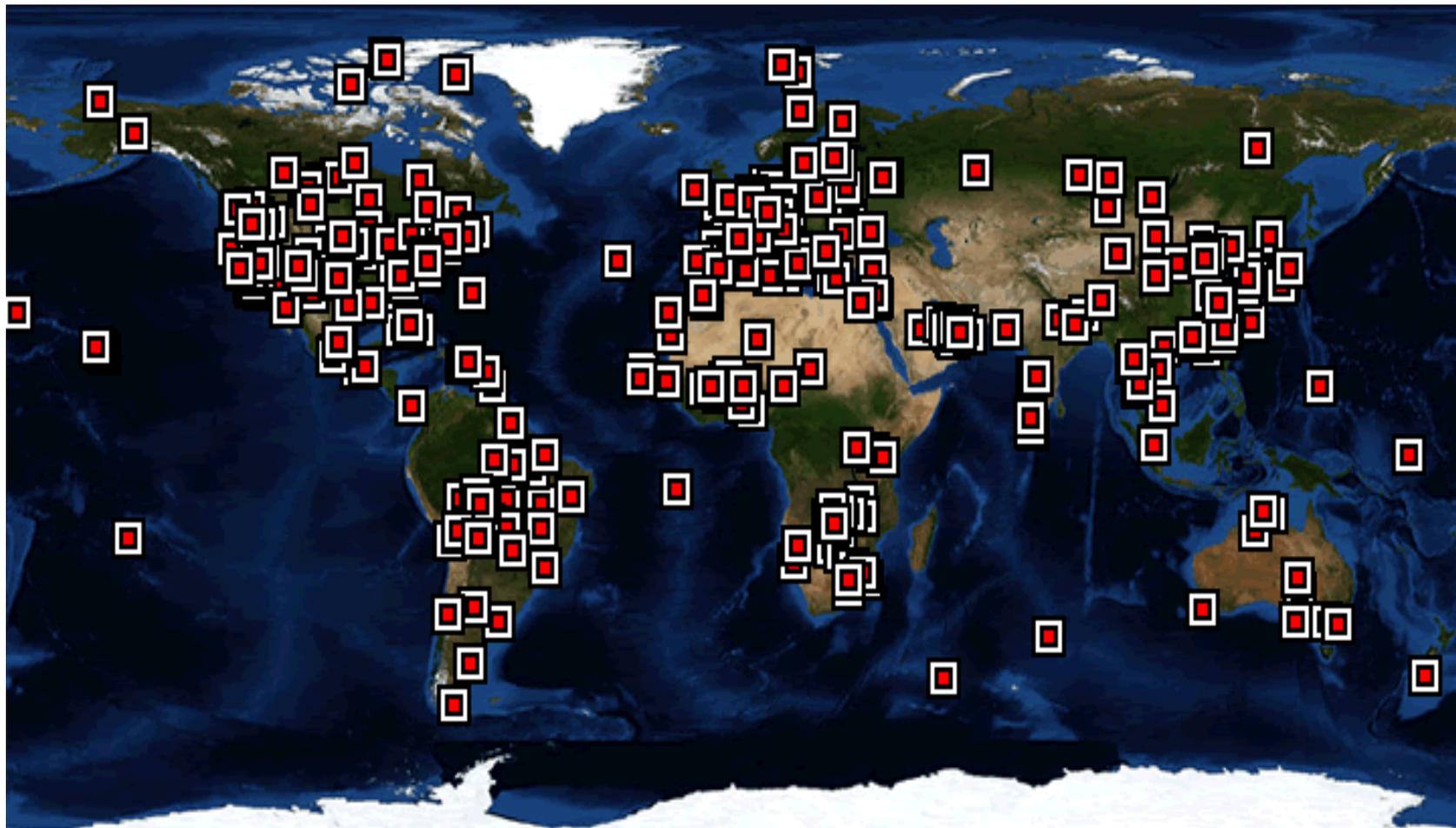
espesor óptico τ como

$$I = I_0 e^{-m\tau}$$

$$m = \sec \theta_0$$

$$\tau = \tau_{Rayl} + \tau_{aer} + \tau_{ga}$$

AERONET



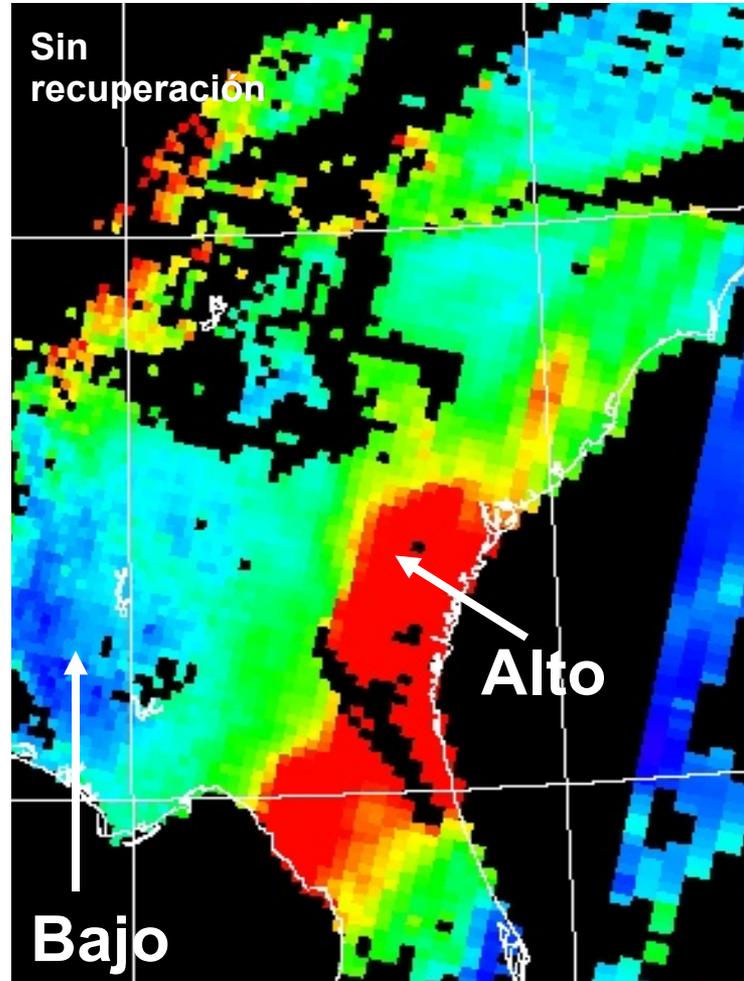
Red robótica de aerosoles
<http://aeronet.gsfc.nas.gov>

El AERONET es útil para proporcionar datos de modelos de aerosoles para recuperaciones satelitales

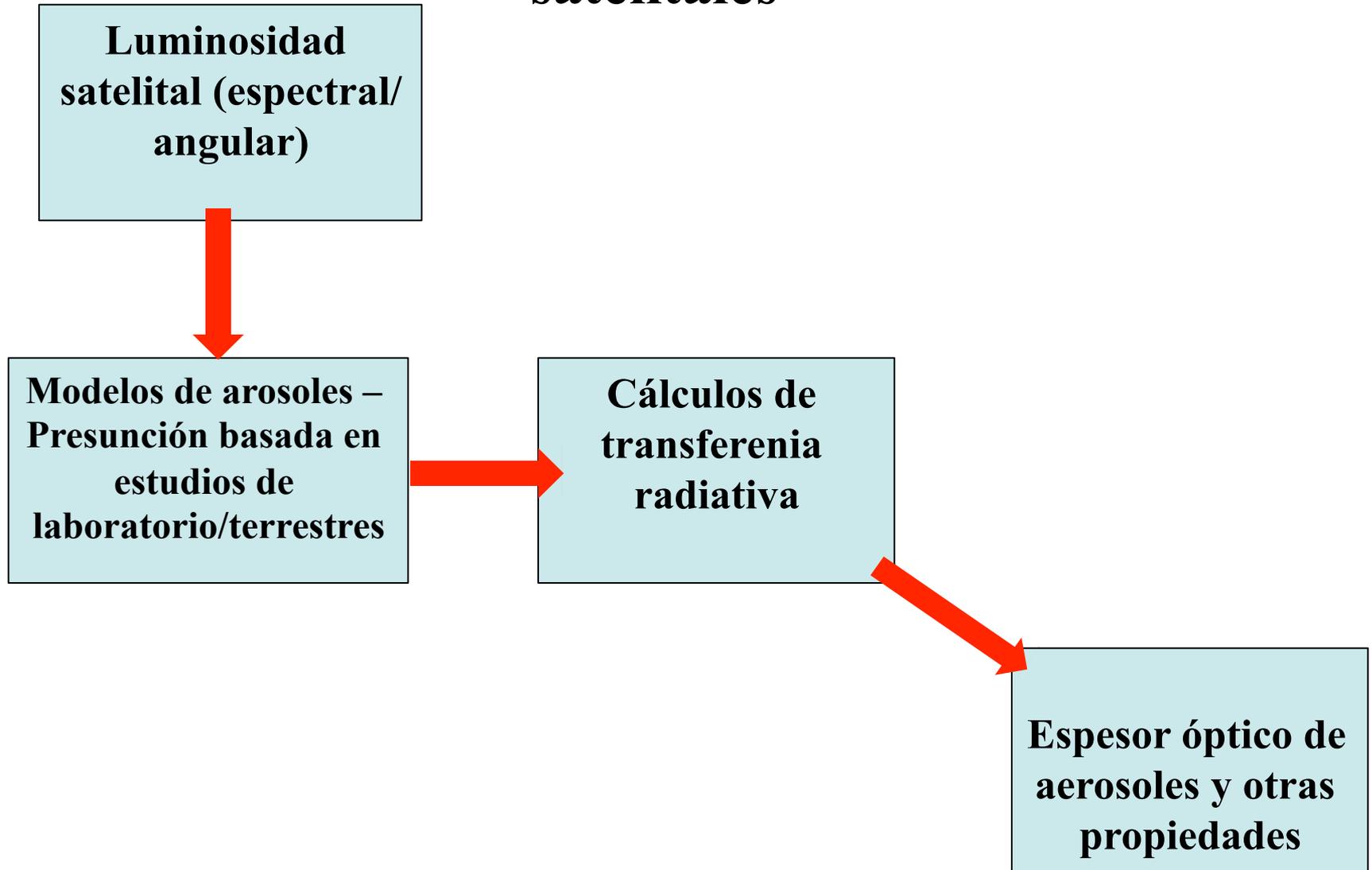
Espesor óptico de aerosoles desde un satélite

Productos luminosidad-a-aerosoles

MODIS-Terra, 2 de mayo 2007



Recuperación de aerosoles de observaciones satelitales



Jerarquía de los productos de datos

Productos de 1^{er} nivel – Datos en grupo con y sin calibración aplicada.

Productos de 2^{do} nivel – Productos geofísicos (a veces cuadrículados)

Productos de 3^{er} nivel – Productos geofísicos globalmente cuadrículados

Jerarquía de productos de MODIS

Productos de 1^{er} nivel

**Luminosidad -
250m, 500m, 1km**



Productos de 2^{do} nivel

Aerosol – 10km



Productos de 3^{er} nivel

**Aerosol – 1 grado
Diario/8 días/mensual**

Usuario tiene más control

Más difícil de usar



Usuario tiene menos control

Más fácil de usar

Productos satelitales de aerosol

InInI	MODIS	MISR	OMI	PARASOL
Fuertes	Cobertura Resolución Calibración Exactitud	Calibración Exactitud Forma de partícula Altura de aerosol para columna de capa gruesa	Indicación de partículas que absorben o difunden	Calibración Exactitud Forma de partícula*
Debilidades	Superficies brillantes* Reflejo oceánico Partículas no esféricas	Cobertura	Resolución Contaminación de nubes	Contaminación de nubes No aerosoles de gránulo grueso sobre tierra
Productos principales	AOD Océano- 5 longitudes de onda Tierra - 3 longitudes Fracción fina* *Océano solamente	AOD 4 longitudes Proporción esférico/ no-esférico Tamaño de partículas (3 categorías)	AOD AAOD Índice de aerosoles	AOD sobre el océano AOD fino sobre tierra Fracción no-esférica sobre el océano Exponente de angstrom
Resolución del producto (nivel 2 y en el nadir)	10 Km 3 Km (Colección 6)	17.6 Km	13 X 24 Km	20 Km
Niveles del producto	2	2	2	2
Agregados globales de nivel 3	Diario 8 días 30 días	Mensual Trimestral Anual	Diario Mensual	Mensual

MODIS

MODIS: Producto de aerosoles

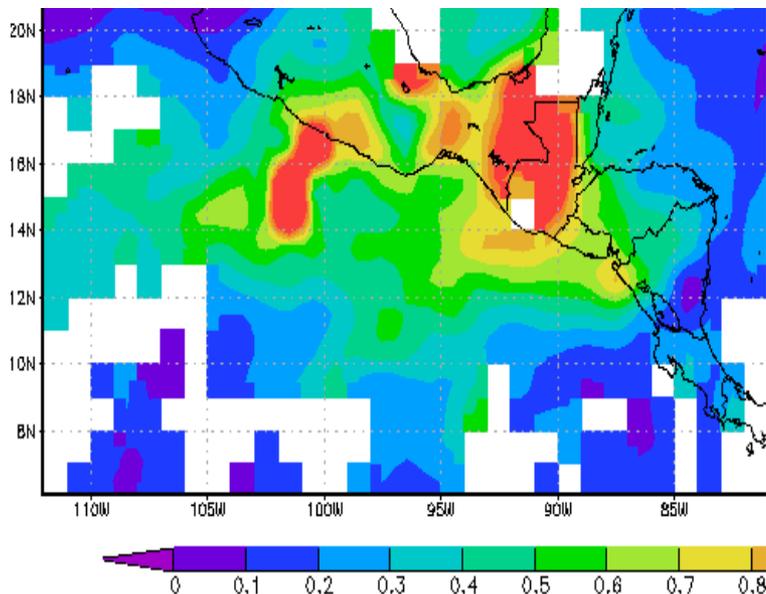
MOD04 or MYD04

10 km – instantáneo

01 deg – diario, semanal,
mensual

- Por lo menos dos pasos diurnos - Terra and Aqua
- Sensible a **aerosoles industriales, humo y polvo** en la capafronteriza
- Bien validado sobre tierra

10 de mayo 2007



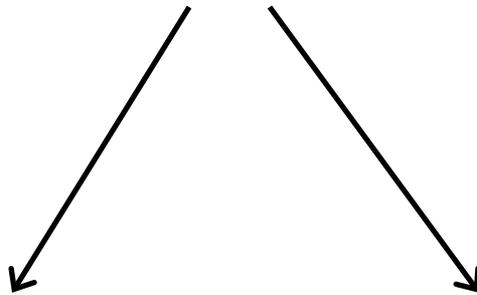
Humo sobre Centroamérica (Fuente: Giovanni)

Productos de aerosoles del MODIS

Tres algoritmos separados

Tierra

Océano



Objetivo oscuro
(superficie) –
limitado únicamente sobre
superficies oscuras de
vegetación

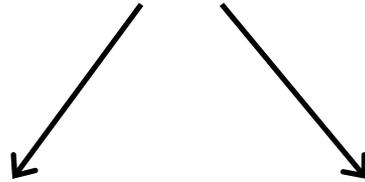
Azul profundo–
Utiliazdo sobre
superficies terrestres
brillantes

Presentación detallada sobre el algoritmo oceánico del MODIS disponible en el <http://ARSET.gsfc.nasa.gov/materials>

Productos de aerosol de MODIS

Tres algoritmos separados

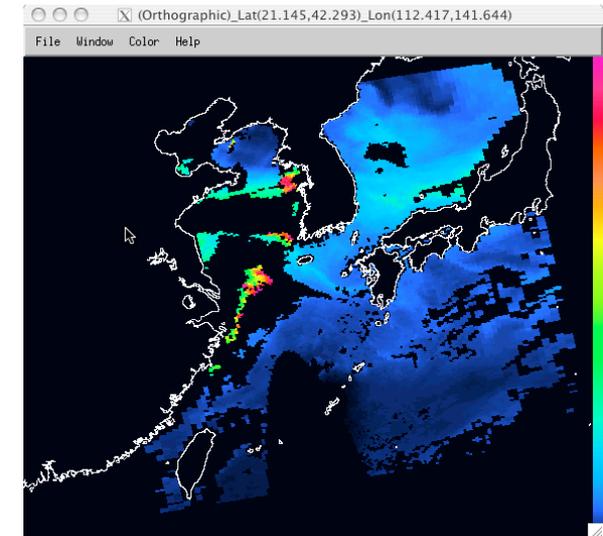
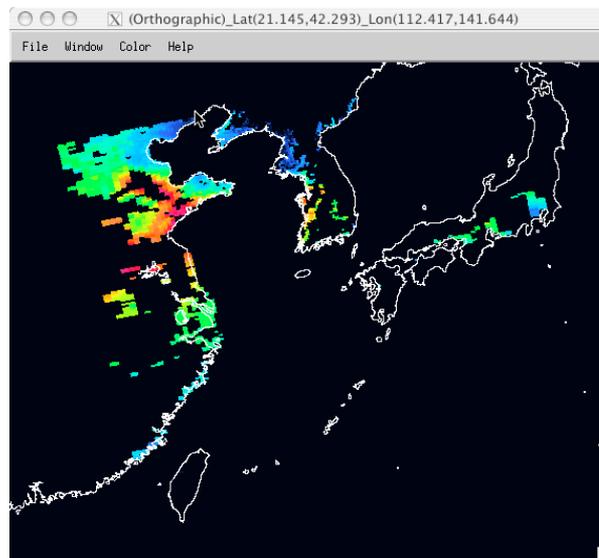
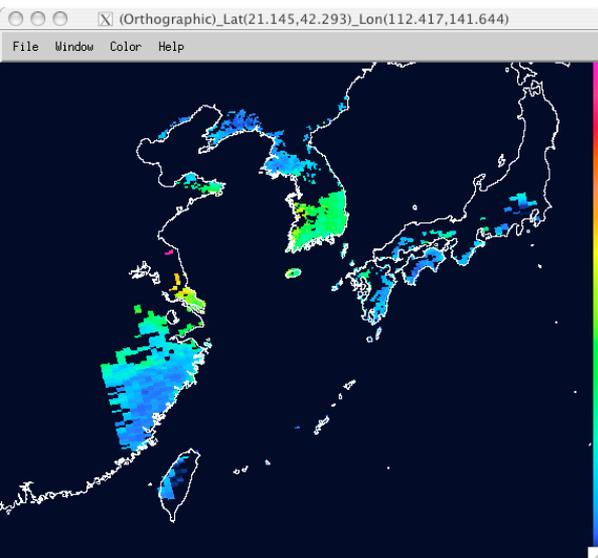
Tierra



Dark Target
(objetivo oscuro)

Deep Blue
(azul profundo)

Océano



Cómo entender el nombre de un archivo MODIS

Hora

Colección

MOD04_L2.A2001079.0255.005.2006289012028.hdf

Nombre del producto

Fecha - año, día juliano

Información de procesamiento de archivo

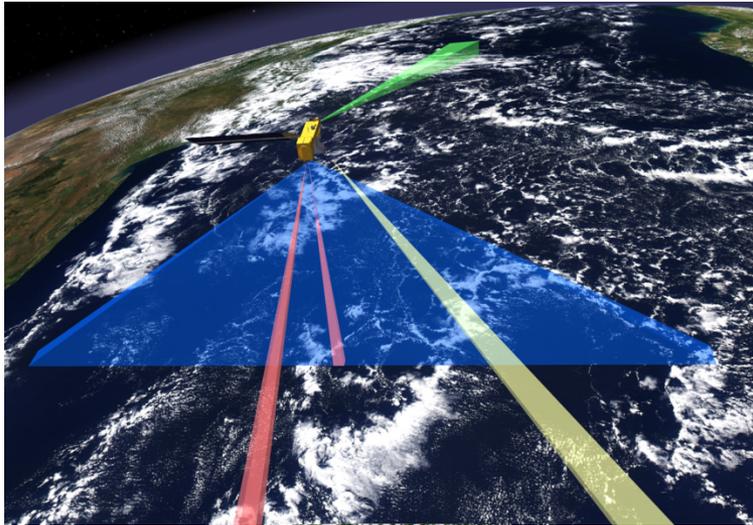
Acceso a los productos de aerosoles del MODIS

- **[NASA LAADSWEB. Searchable data base, FTP access](http://ladsweb.nascom.nasa.gov/index.html)**
<http://ladsweb.nascom.nasa.gov/index.html>
- **Página MODIS-Atmos: Archivo RGB completo y productos de imágenes de nivel 3.**
<http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/>
- **Giovanni – herramienta en línea para la visualización y análisis de imágenes**

**[http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?
instance_id=MODIS_DAILY_L3](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=MODIS_DAILY_L3)**

OMI

Instrumento de monitoreo de ozono (OMI)



Uno de los cuatro sensores en la plataforma EOS-Aura (OMI, MLS, TES, HIRDLS)

**Un proyecto internacional:
Holanda, EEUU, Finlandia
Lanzado el 15-07-2004**

Características del instrumento

- Espectrómetro de retrodispersión de nadir solar
- Gama espectral de 270-500 nm (resolución~1nm)
- Resolución espacial: huella de 13X24 km
- Anchura de barrido: 2600 km (cobertura global diaria)

Productos de recuperación

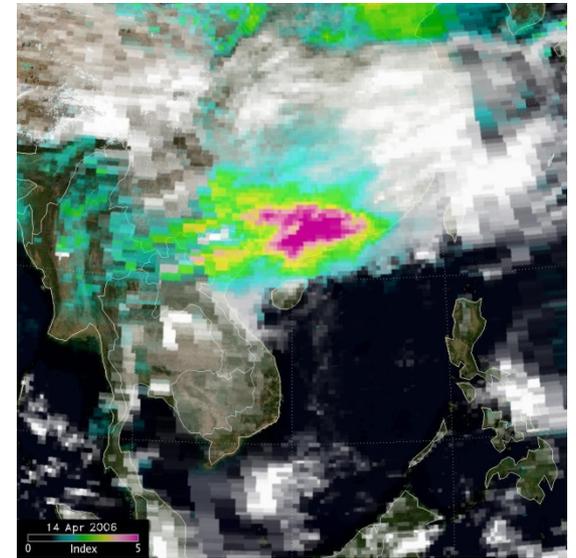
Cantidades en columna

- Ozono (O_3)
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de azufre: (SO_2)
- Otros

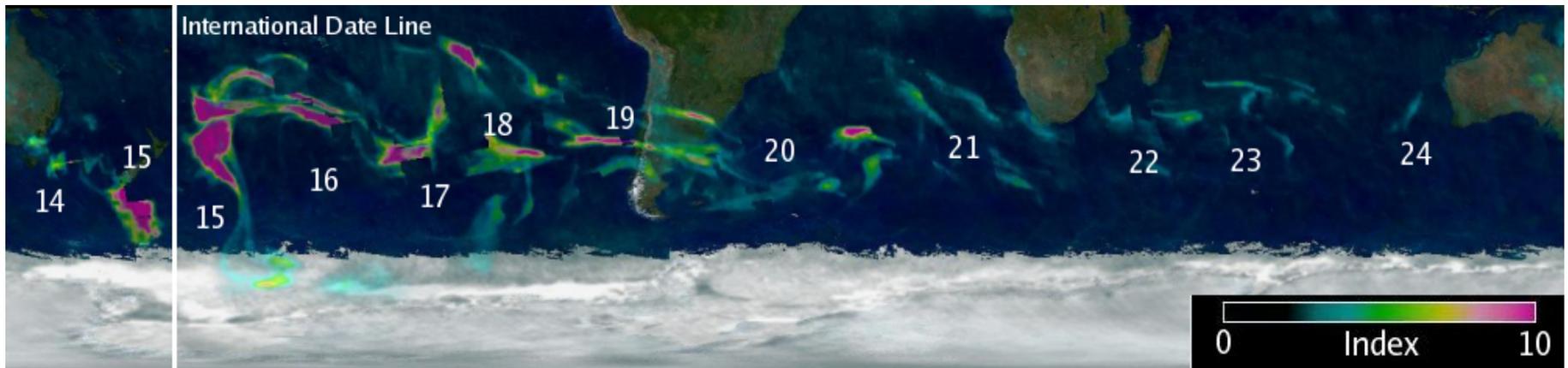
Aerosoles

Aplicaciones del índice de aerosoles (AI por sus siglas en inglés)

- Herramienta de validación para modelos de transporte
- Separación de aerosoles carbonosos de los sulfatos
- Identificación de aerosoles por encima de la capa fronteriza planetaria (i.e., los aerosoles de la capa fronteriza planetaria no son detectables por el AI)
- Seguimiento de columnas de aerosoles sobre nubes y sobre hielo/nieve



Aerosoles sobre nubes:
14 de abril 2006



El transporte por todo el mundo de una capa de humo de gran altitud generada por los incendios australianos en diciembre de 2006. Los números indican la fecha.

Página de datos de OMI

<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/Aura/data-holdings/OMI>

Version 003 OMI Level 2, Level 2G, Level-3 and Climatology Products

Short Name & Data Access			Product Description
Level-2 Orbital Swath (Nadir pixels 13x24 km)	Level-2G Global Binned (0.25x0.25 or 0.125x0.125 deg)	Level-3 Global Gridded (0.25x0.25 or 1x1 deg)	
Aerosols			
OMAERUV	OMAERUVG	OMAERUVd	OMI/Aura Near-UV Aerosol Optical Depth and single Scattering Albedo
OMAERO	OMAEROG	OMAEROe	OMI/Aura Multi-Wavelength Aerosol Optical Depth and single Scattering Albedo

[OMI-Aura_L2-OMAERUV_2011m1024t0521-o38692_v003-2011m1024t115317.he5](#)

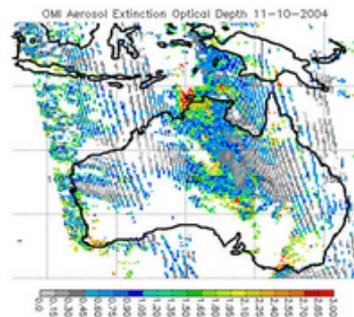
Nombre del
producto

AAAAmMMDDtHHMM

Data Access

• [Mirador - fast search & download](#)

OMI Aerosol Optical Depth



Principal Investigator (P.I)

Omar Torres
(NASA GSFC)

Data Version and Data Holdings

Processing	Version	Begin Date	End Date
Forward	003	Oct 1, 2004	Current

Production Frequency: 14 files/day
Granule (File) Coverage: one orbit
File Size(Approx): 6 MB

OMAERUV

Platform: EOS-Aura

Instrument: OMI

Product: Level-2 OMI Near-UV Aerosol Optical Depth- OMAERUV (V003)

Data Set Short Name: OMAERUV

Data Set Long Name: OMI/Aura Near UV Aerosol Optical Depth and Single Scattering Albedo 1-orbit L2 Swath 13x24 km (v003)

OMI Data Documents

-Short Data Guide from GES DISC

-[ReadMe, Data Quality and Release Spec Information for OMAERUV \(from Algorithm Lead\)](#)

-[File Format Specification](#)

-[Data Read Software & Tools](#)

- [Giovanni: Data Exploration Interface](#)

- [OMI Data User's Guide](#)

OMI Algorithm Documents

- [Algorithm Theoretical Basis Document](#)

Other Related Documents:

-[OMAERUV Document for Global Change Master Directory](#)

- [HDF-EOS Aura File Format Guidelines](#)

Other Links :

[EOS-Aura OMI Page](#)

[OMI Home Page \(KNMI-Netherlands\)](#)

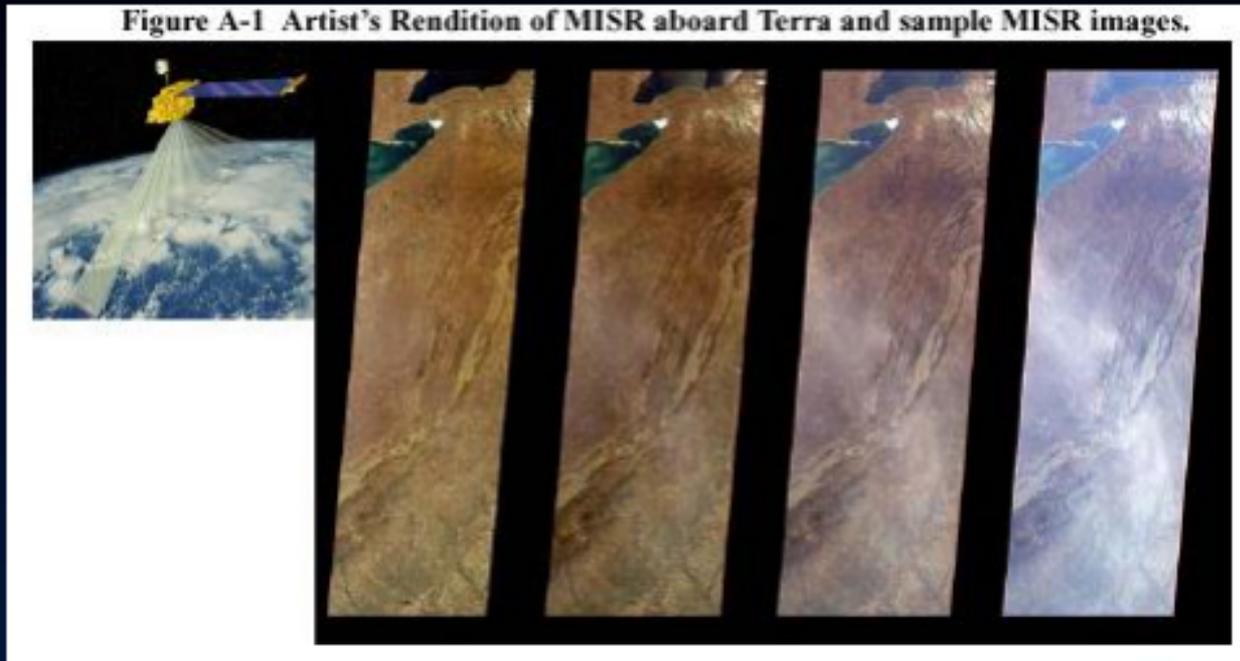
[OMI/TOMS Home Page \(GSFC-NASA\)](#)

[Atmospheric Chemistry & Dynamics Page](#)

[Aura Validation Data Center \(AVDC\)](#)

MISR

Acerca del MISR

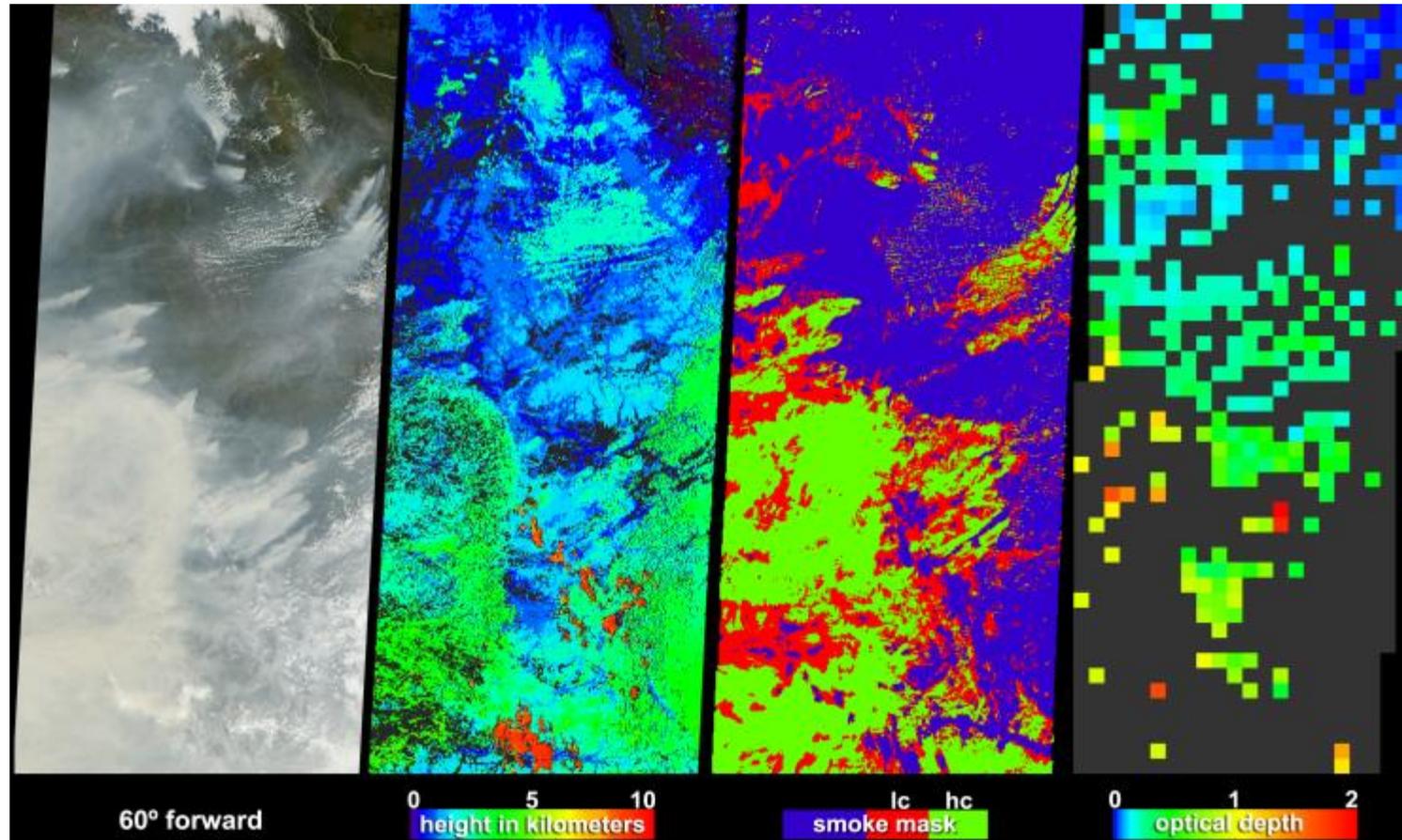


Cuatro imágenes del MISR sobre los Apalaches

Nadir, cámaras dirigidas hacia adelante a $45,6^\circ/60,0^\circ/70,5^\circ$

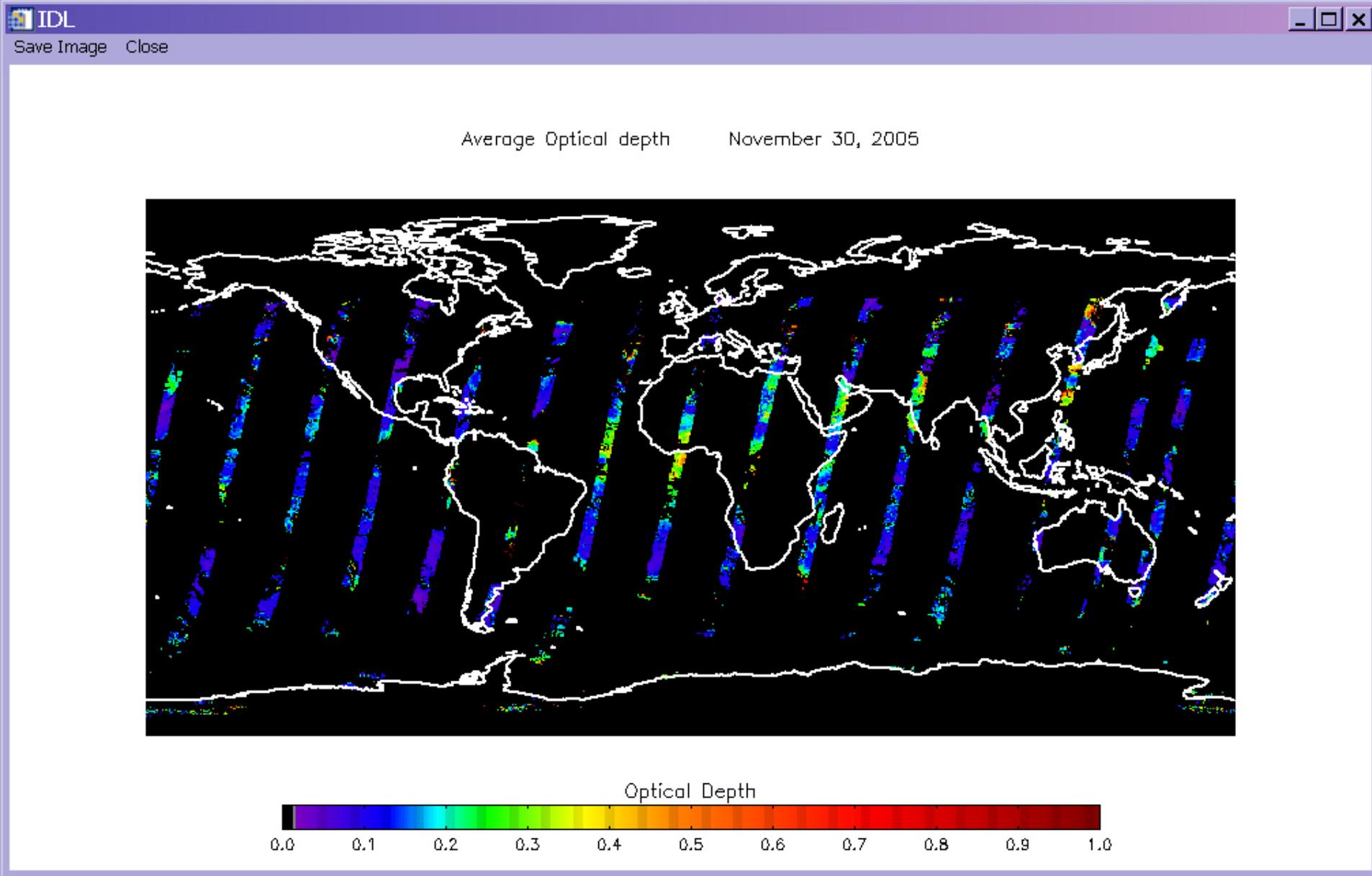
Observaciones angulares (las cuales no están disponibles en MODIS) le permiten al MISR proporcionar información adicional acerca del tamaño y la forma de las partículas y altura de aerosoles en casos específicos.

Alturas de aerosoles del MISR



Señales de humo de los incendios en Alaska y Yukon - julio 2004

Herramienta MISR de nivel 3



Aerosoles de los niveles 2 y 3

1 archivo = una órbita - aproximadamente 98 minutos de datos

17.6x17.6 km² , 0.5x0.5, and 1x1°, diario, mensual, por temporada

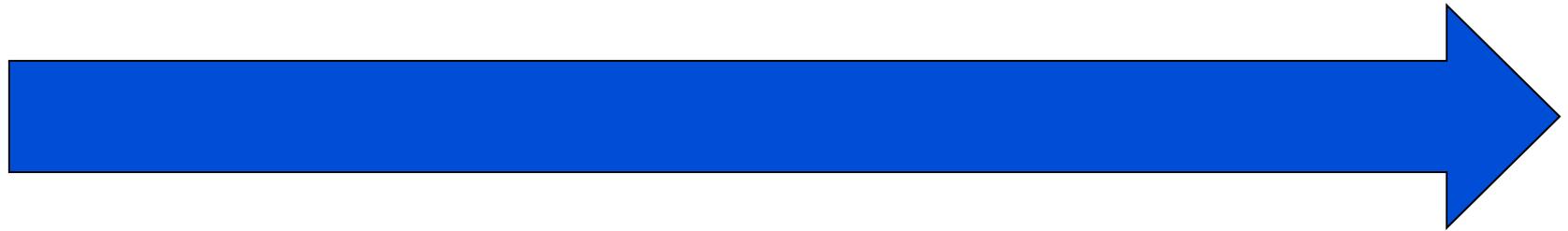
MISR_AM1_AS_AEROSOL_P028_O002510_F12_0022.hdf

RegBestEstimateSpectralOptDepth (AOD – 4 longitudes de onda)

RegBestEstimateSpectralOptDepthFraction (Fracción de AOD para partículas pequeñas, medianas, grandes, esféricas y no esféricas)

Tutorial de acceso y manejo de datos

http://eosweb.larc.nasa.gov/PRODOCS/misr/workshop/ppt/2010_lcluc/misr_tutorial.pdf



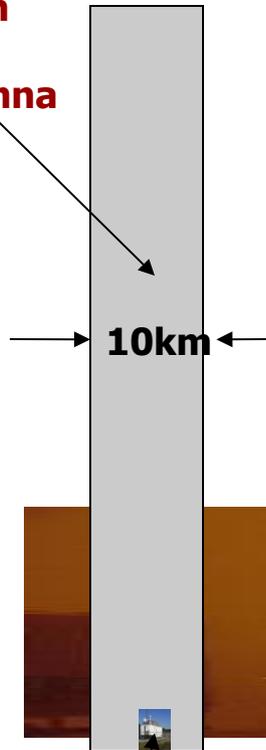
Del AOT al PM

Satélite



AOD a PM

**Medición
satelital
de columna**



10km

Aerosol

TEOM

Superficie

**Medición de
Punto
masa de PM2.5**

- Promedio punto vs área
- Superficie vs columna
- Masa vs óptica

AOD a PM2.5 - Teórico

AOD is correlated with ground-based PM_{2.5} mass. Assuming cloud-free skies, well-mixed boundary layer of height H with no overlying aerosols, and aerosols that have similar optical properties, the AOD can be written as¹⁵²:

$$AOD = PM_{2.5} H f(RH) \frac{3 Q_{ext,dry}}{4 \rho r_{eff}} = PM_{2.5} H S \quad (10)$$

where $f(RH)$ is the ratio of ambient and dry extinction coefficients, ρ is the aerosol mass density ($g \cdot m^{-3}$), $Q_{ext,dry}$ is the Mie extinction efficiency, and r_{eff} is the particle effective radius (the ratio of the third to second moments of the size distribution). S is the specific extinction efficiency ($m^2 \cdot g^{-1}$) of the aerosol at ambient relative humidity (RH).

- AOD – Aerosol Optical Depth (espesor óptico de aerosoles)
- H – Altitud de capa fronteriza bien mezclada
- f(RH) – ratio de coeficientes de extinción seca y de ambiente
- ρ – densidad masiva de aerosoles
- Q – eficiencia de extinción “Mie”
- r – radio efectivo de partícula
- PM2.5 – concentración masiva de PM2.5

Relación AOD-PM

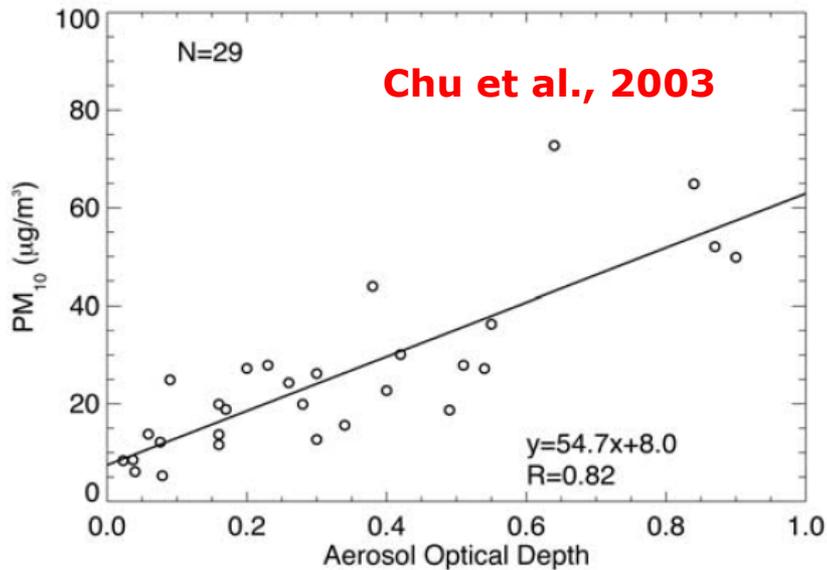
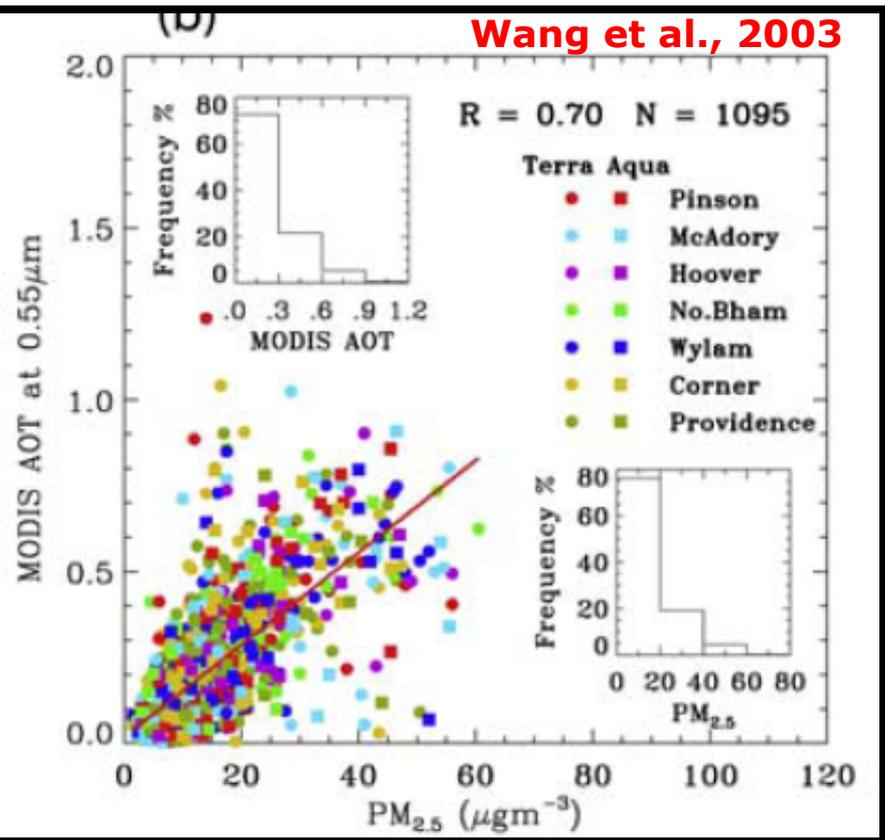
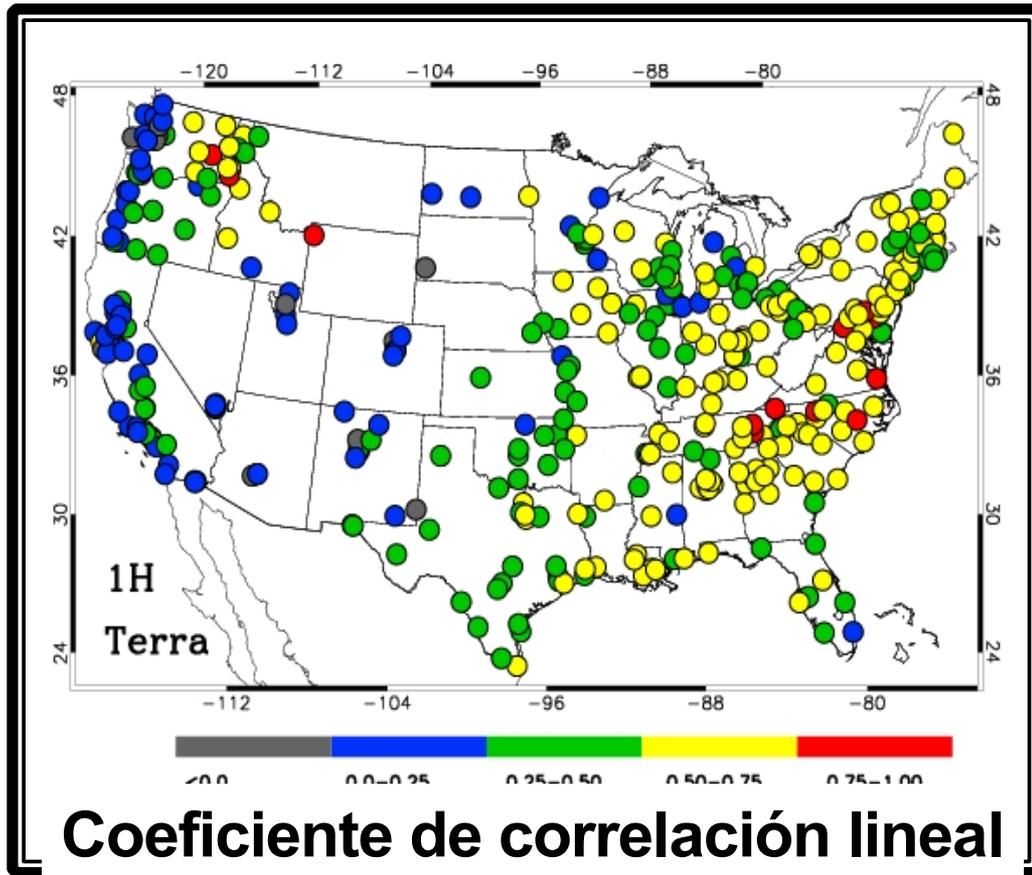


Figura 14. Relación entre concentraciones de PM₁₀ de 24 horas y mediciones diarias promediadas del τ_a del AERONET de agosto hasta octubre 2000 en Italia septentrional.

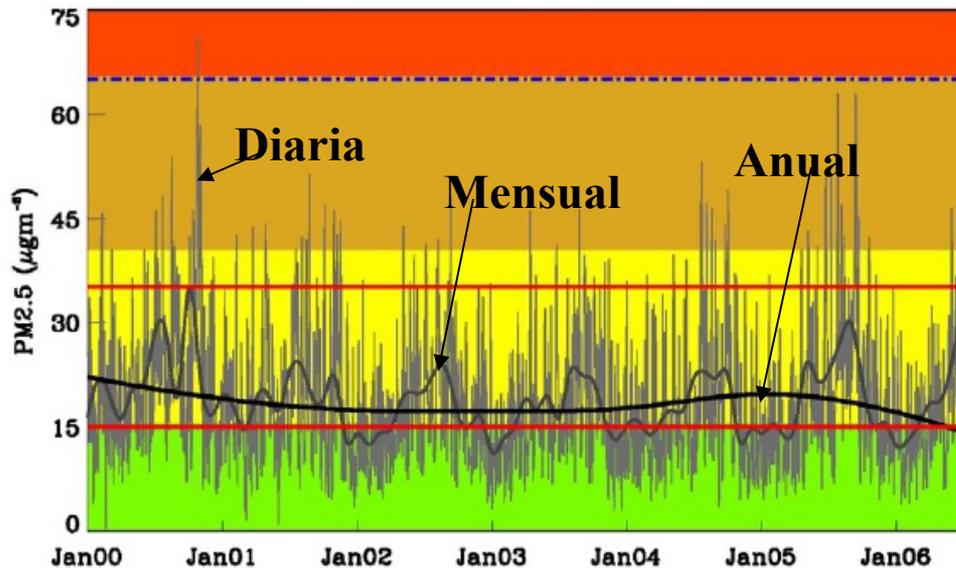


MODIS- Correlaciones AOD/PM2.5



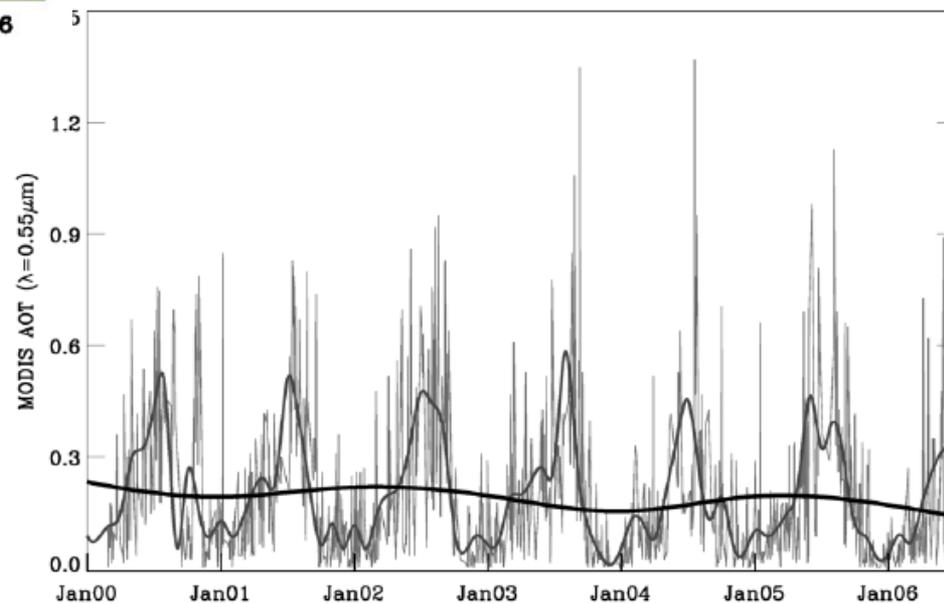
**LAS CORRELACIONES
POR HORA ENTRE
EL AOD DEL TERRA MODIS
Y EL PM2.5 EN SUPERFICIE
VARÍAN SEGÚN LA REGIÓN**

Posible chequeo --- Satélite vs tierra

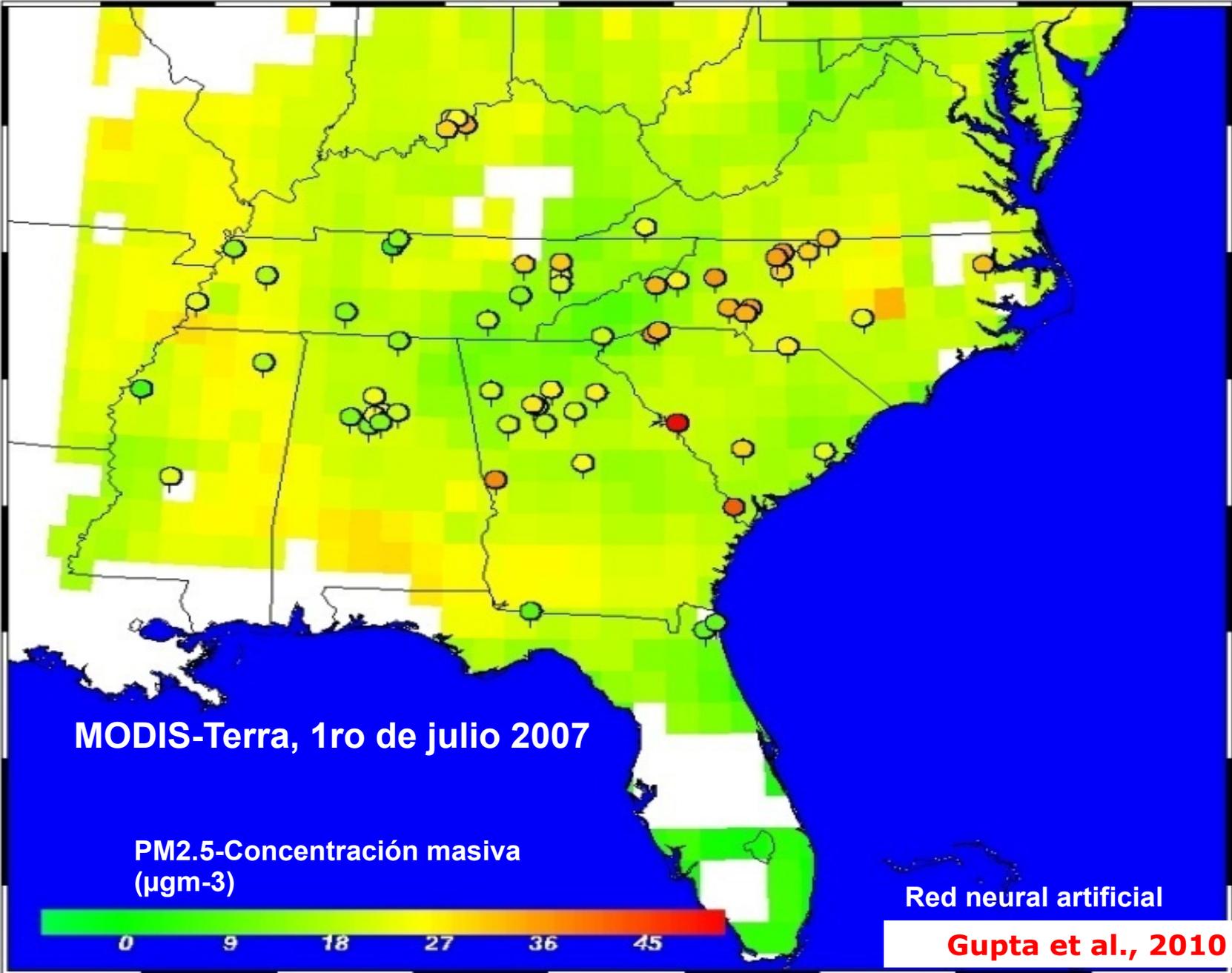


Las observaciones satelitales de aerosoles pueden ver y seguir las tendencias de medición a nivel del suelo para el monitoreo de la calidad del aire -

**Colección 5 MODIS-Terra,
Level 2, AOTs del 10 km² for
2000-2006, Birmingham, AL**



-92 -90 -88 -86 -84 -82 -80 -78 -74



MODIS-Terra, 1ro de julio 2007

PM2.5-Concentración masiva
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

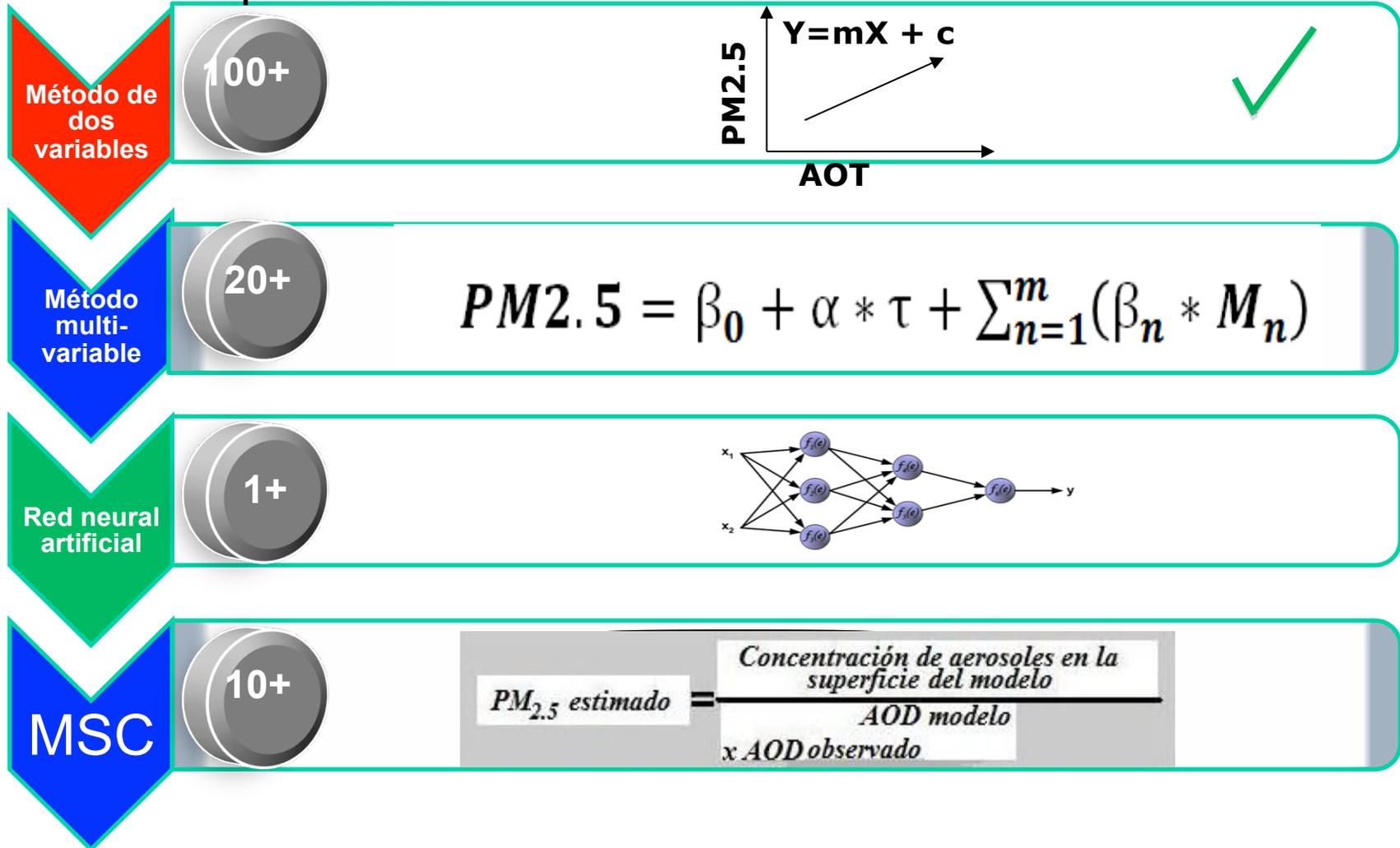


Red neural artificial

Gupta et al., 2010

Estimación de PM2.5: Métodos populares

de publicaciones



y los métodos empíricos, asimilación de datos etc. son insuficientemente utilizados

Tarea



Tarea # 4

https://docs.google.com/forms/d/1y2HgNJxBCE-N4LQ9UfKvr_SsZgfxca6Fekb8ezTngYQ/viewform

Referencias y enlaces

. página en línea ARSET-AQ

<http://airquality.gsfc.nasa.gov/index.php?section=11>

. MODIS ATMOS

http://modis-atmos.gsfc.nasa.gov/mod04_l2/

. Datos de MISR

http://eosweb.larc.nasa.gov/PRODOCS/misr/Quality_Summaries/L2_AS_Products.html

. Datos de OMI

<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/Aura/data-holdings/OMI>

. IDEA

<http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/spb/aq/>

. SMOG BLOG

<http://alg.umbc.edu/usaq/>

Para el material de hoy pulse aquí

<http://airquality.gsfc.nasa.gov/IntroWebinar/>